

TUGAS AKHIR
ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN *HEAT TREATMENT*
TERHADAP *KONDUKTIVITAS THERMAL* BAJA AISI 4140



Diajukan Untuk Memenuhi Tugas Dan Syarat-Syarat Guna memperoleh
Gelar Sarjana S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :
AHMAD ROSHID RIDHO
NIM : D200150095

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul "**ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN HEAT TREATMENT TERHADAP KONDUKTIVITAS THERMAL PADA BAJA AISI 4140**" yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagai sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Nama: Ahmad Roshid Ridho

NIM: 0200150005

Surakarta, 9 November 2019

Disetujui pada

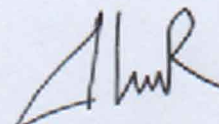
Yang Menyatakan

Hasil

SAKSI

Tanggal

12 - JANUARI - 2020



Ahmad Roshid Ridho

Pembimbing

Tugas Akhir

Amin Subandiyanto S.T., M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini berjudul "ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN
HEAT TREATMENT TERHADAP KONDUKTIVITAS THERMAL BAJA

AISI #140" telah disetujui oleh Pembimbing dan telah

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul "ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN
HEAT TREATMENT TERHADAP KONDUKTIVITAS THERMAL BAJA AISI
4140" telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan di
depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata
satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Universitas Muhammadiyah
Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Ahmad Roshid Ridho

NIM : D200150095

Disetujui pada : Amin Sulistyanto, S.T., M.T.

Hari : SABTU

Tanggal : 18 - JANUARI - 2020

Pembimbing

Tugas Akhir

Amin Sulistyanto, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini berjudul **"ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN HEAT TREATMENT TERHADAP KONDUKTIVITAS THERMAL BAJA AISI 4140"** telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan Sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Ahmad Roshid Ridho**

NIM : **D200150095**

Diterima dan disetujui pada :

Hari : **SABTU**

Tanggal : **18 - JANUARI - 2020**

Tim Penguji :

Ketua : **Amin Sulistyanto, S.T., M.T**

Anggota 1 : **Joko Sedyono, S.T, M.Eng, Ph.D.**

Anggota 2 : **Ir. Sartono Putro, M.T**

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah
Surakarta



Ir. Sri Sunarjono., MT. Ph.D

Ketua Jurusan
Teknik Mesin

Ir. Subroto., MT.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl.A.Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :
Nomor 116/II/2019 tanggal 19 Agustus 2019 tentang Pembimbing Tugas Akhir
dengan ini :

Nama : Amin Sulistyanto,S.T.,M.T

Pangkat / Jabatan : Dosen Akademik

Sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada mahasiswa :

Nama : AHMAD ROSHID RIDHO

No Induk : D200150095

Jurusan/Semester : Teknik Mesin/IX

Judul / Topik : ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN HEAT
TRETMENT TERHADAP KONDUKTIVITAS THERMAL BAJA
AISI 4140

Rincian Soal/Tugas : Menganalisis perbandingan hasil pengujian heat treatment
dengan perbandingan air udara dan oli terhadap konduktivitas
thermal dan struktur mikro.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 29 Agustus 2019

Pembimbing

Amin Sulistyanto,S.T.,M.T

Keterangan :

Dibuat Rangkap Tiga (3)

1. Untuk Kajur (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

MOTTO & PESAN

“Barang siapa yang bersungguh – sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri”

(Qs. Al-Ankabut : 6)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Qs. Asy-Syarh :5-6)

“Barang siapa yang keluar rumah untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan allah hingga ia pulang”

(HR. Tirmidzi)

“Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik maka ia akan memanfaatkanmu”

(HR. Muslim)

“Amalan yang lebih dicintai Allah adalah amalan yang terus – menerus dilakukan walaupun sedikit”

(Rasulullah Muhammad S.A.W)

“Janganlah kamu berputus asa dalam menggapai sesuatu, sesungguhnya pertolongan allah selalu ada untuk hambanya”

(Ahmad Roshid Ridho)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

- Allah Subhanallahu wa Ta'ala
- Orang Tua
- Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Kaprodi Teknik Mesin Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan anugerah yang tiada terkira. Atas izin-Nyalah penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Dialah yang Maha Berilmu dan Maha Pemberi Ilmu bagi siapa saja yang dikehendaki-Nya.

Atas terselesaikannya tugas akhir ini, tidak mungkin dicapai tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, semangat dan nasihat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T. dan Bapak Nurmuntaha Agung Nugroho S.T.,M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin UMS.
4. Bapak Amin Sulistyanto,S.T.,M.T selaku Pembimbing tugas akhir. yang mana telah mengarahkan, membantu, dan membimbing selama pengerjaan tugas akhir ini.
5. Jajaran dosen dan staff di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh studi.
6. Dimas Satrio dan Galih Ramadhan atas kerja sama dan kerja kerasnya mengerjakan tugas akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Mesin UMS angkatan 2015 yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga Allah senantiasa memberikan kita keberkahan dalam setiap amal perbuatan kita.

Penulis berharap laporan ini bisa bermanfaat bagi yang membaca, dan atas segala kekurangan yang ada pada laporan ini penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis berharap ada kritik dan saran yang bersifat membangun. Terimakasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Surakarta, 9 November 2019

Ahmad Roshid Ridho

ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN *HEAT TREATMENT* TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN *KONDUKTIVITAS THERMAL* PADA BAJA AISI 4140

Abstrak

Baja AISI 4140 merupakan baja yang mengandung kromium 0.98 % ,karbon 0,42 % , ini menunjukkan bahwa baja AISI 4140 termasuk baja Paduan rendah. Baja ini juga cocok untuk dilakukan proses heat treatment bisa menambah kekerasan dari baja tersebut. Penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh media pendingin proses heat treatment terhadap perubahan struktur mikro dan konduktivitas thermal baja AISI 4140.

Proses pembuatan spesiment ,baja dipotong dengan tebal 4mm dan 2mm dengan diameter 40 mm sebanyak 4 buah kemudian diheat treatment dengan suhu 850°C selama 30 menit dan didinginkan menggunakan media pendingin udara, air dan oli. Setelah proses heat treatment baja kemudian di uji foto struktur mikro dan uji konduktivitas termal.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa perubahan struktur mikro mempengaruhi nilai konduktivitas thermal baja AISI 4140. Baja AISI 4140 yang dilakukan heat treatment menggunakan pendingin oli memiliki butiran yang besar dan memiliki nilai konduktivitas yang baik. sedangkan baja yang didinginkan dengan menggunakan udara memiliki butiran yang kecil dan konduktivitasnya rendah.

Kata kunci : *“AISI 4140, heat treatment, struktur mikro, konduktivitas thermal*

ANALYSIS OF THE EFFECT OF HEAT TREATMENT COOLING MEDIA ON MICRO STRUCTURE AND THERMAL CONDUCTIVITY IN AISI 4140 STEEL

Abstract

AISI 4140 steel is steel containing 0.98% chromium, 0.42% carbon, this shows that AISI 4140 steel is a low alloy steel. This steel is also suitable for the heat treatment process which can increase the hardness of the steel. This study aims to determine the effect of the heat treatment process media on changes in microstructure and thermal conductivity of AISI 4140 steel.

The process of making specimens, steel cut 4mm thick and 2mm with a diameter of 40 mm by 4 pieces then treated with a temperature of 850 ° C for 30 minutes and cooled using air, water and oil cooling media. After the heat treatment process the steel is then tested for microstructure and thermal conductivity test.

The results of the study show that changes in the microstructure affect the thermal conductivity value of AISI 4140 steel. AISI 4140 steel which is heat treated using oil coolers has large granules and has good conductivity values. whereas steel which is cooled by using air has small granules and low conductivity.

Keywords: "AISI 4140, heat treatment, micro structure, thermal conductivity "

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO & PESAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	2

1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistem Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori	6
2.2.1 Baja.....	6
2.2.2 Klasifikasi Baja.....	6
2.2.2.1 Baja Paduan.....	7
2.2.2.2 Baja Karbon	7
2.2.3 Baja AISI 4140.....	9
2.2.4 Diagram Fe ₃ C	10
2.2.5 Perlakuan Panas (Heat treatment)	11
2.2.5.1 Hardening.....	12
2.2.5.2 Normalizing	14
2.2.5.3 Quenching.....	15
2.2.5.4 Tempering	16
2.2.6 Media Pendingin Baja	18
2.2.7 Diagram Transformasi Untuk Pendinginan	19
2.2.8 Konduktivitas Thermal	21
2.2.8.1 Perpindahan Kalor Induksi	22
2.2.9 Konduktivitas Logam Paduan Terhadap Perlakuan Panas (Heat Treatment)	26

2.2.9.1 Pendingin Udara	27
2.2.9.2 Pendingin Air	27
2.2.9.3 Pendingin Oli.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	29
3.2. Studi Pustaka dan Lapangan	30
3.3. Persiapan Alat dan Bahan	30
3.3.1. Bahan.....	30
3.3.2. Alat	32
3.4. Pembuatan Spesimen Pengujian	33
3.4.1. Persiapan Alat Dan Bahan Preparasi Spesimen Pengujian	33
3.5. Proses Heat Treatment	36
3.6. Proses Pembuatan Spesimen Uji	37
3.7. Instalasi Pengujian	39
3.7.1. Alat Uji Spektrometer.....	39
3.7.2. Alat Uji Struktur Mikro.....	40
3.7.3. Alat Uji Kondktivitas Thermal.....	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Pengujian Komposisi Kimia.....	43
4.2. Pengujian Struktur Mikro.....	44
4.3. Pengujian Konduktivitas Thermal.....	48

BAB V PENUTUP	52
----------------------------	-----------

5.1. Kesimpulan	52
-----------------------	----

5.2. Saran	53
------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa Fe-c.....	11
Gambar 2.2 Diagram TTT untuk Baja <i>Hypoeutectoid</i>	20
Gambar 2.3 Skema Pengujian Konduktivitas Thermal	25
Gambar 2.4 Bentuk Ukuran dan Orientasi Butir	26
Gambar 2.5 Arah Hantaran Kalor pada butir dan batas butir	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2 Baja AISI 4140	31
Gambar 3.3 media pendingin air (a) dan Oli (b)	31
Gambar 3.4 Resin dan Katalis	32
Gambar 3.5 Tang	32
Gambar 3.6 Penjepit	32
Gambar 3.7 Mesin Bubut (turning)	33
Gambar 3.8 Gerinda.....	34
Gambar 3.9 mesin amplas (a), lembar amplas (b)	34
Gambar 3.10 Autosol	35
Gambar 3.11 Larutan Etsa	35

Gambar 3.12 Hair Dryer	36
Gambar 3.13 Suhu proses heat treatment(a), waktu tahan (b)	36
Gambar 3.14 Proses Heat treatment.....	37
Gambar 3.15 Proses pendinginan dengan media air,oli dan udara	37
Gambar 3.16 Material hasil potong ubtuk pengujian struktur mikro.....	38
Gambar 3.17 Material hasil potong ubtuk pengujian konduktivitas thermal.....	39
Gambar 3.18 Alat uji spektrometer	40
Gambar 3.19 <i>Metallurgical microscop with inverted</i> (olimpus PME).....	40
Gambar 3.20 <i>Thermal conductivity measuring apparatus</i>	41
Gambar 3.21 Tempat peletakan specimen pengujian konduktivitas Termal.....	42
Gambar 4.1 Foto struktur mikro baja AISI 4140 yang tidak dilakukan proses heat treatment.....	44
Gambar 4.2 Foto mikro proses heat treatment dengan pendinginan Udara	45
Gambar 4.3 Foto mikro proses heat treatment media pendingin air.....	46

Gambar 4.4 Foto mikro proses heat treatment dengan media pendingin

oli 47

Gambar 4.5 Grafik hasil perhitungan konduktivitas thermal baja AISI

4140 49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	komposisi kimia Baja AISI 4140	10
Tabel 4.1	Hasil Uji Komposisi Kimia.	43
Tabel 4.2	Data pengujian konduktivitas thermal	48
Tabel 4.3	Data hasil perhitungan konduktivitas thermal	48